






## Impact limiter for spent nuclear fuel transportation cask

**Patent number:** DE69420544T  
**Publication date:** 2000-01-27  
**Inventor:** JOHNSON ROBERT (US); MCINNES IAN (US); QUINN ROBERT (US); TEMUS CHARLES (US)  
**Applicant:** TRANSNUCLEAR INC (US)  
**Classification:**  
- international: **F16F7/12; G21F5/08; F16F7/12; G21F5/00; (IPC1-7):**  
G21F5/08; F16F7/12  
- european: F16F7/12A; G21F5/08  
**Application number:** DE19946020544T 19941007  
**Priority number(s):** US19930131972 19931008; WO1994US11460 19941007

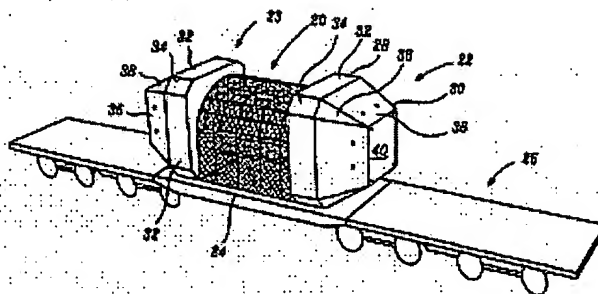
**Also published as:**

 EP0674801 (A1)  
 US5394449 (A1)  
 F1952818 (A)  
 EP0674801 (A4)  
 EP0674801 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE69420544T  
Abstract of corresponding document: **US5394449**

Impact limiters having noncircular outer peripheries are described for use to protect nuclear fuel transportation casks. The impact limiters include two different materials as impact absorbing materials. The impact limiter includes multiple sides and a tapered cap.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑨7 EP 0 674 801 B 1

⑩ DE 694 20 544 T 2

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 21 F 5/08**  
F 16 F 7/12

①

DE 694 20 544 T 2

②1	Deutsches Aktenzeichen:	694 20 544.3
⑥6	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US94/11460
⑨6	Europäisches Aktenzeichen:	94 930 680.7
⑧7	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 95/10839
⑥6	PCT-Anmeldetag:	7. 10. 1994
⑧7	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	20. 4. 1995
⑨7	Erstveröffentlichung durch das EPA:	4. 10. 1995
⑨7	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	8. 9. 1999
④7	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	27. 1. 2000

③0 Unionspriorität:  
131972 08. 10. 1993 US

⑦3 Patentinhaber:  
Transnuclear, Inc., Hawthorne, N.Y., US

⑦4 Vertreter:  
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC,  
NL, PT, SE

⑦2 Erfinder:  
JOHNSON, Robert, A., Puyallup, WA 98372, US;  
McINNES, Ian, D., San Jose, CA 95119, US; QUINN,  
Robert, D., Morgan Hill, CA 95037, US; TEMUS,  
Charles, J., Puyallup, WA 98373, US

⑤4 STOSSBEGRENZER FÜR TRANSPORTBEHÄLTER VON ABGEBRANNTEN KERNBRENNSTOFF

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 20 544 T 2

23.09.99

EP 0 674 801

K 48 032/7

5

### Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft Stoßbegrenzer für Kernbrennstoff-Transportbehälter. Die Stoßbegrenzer schützen die abgedichteten Trans-  
10 portbehälter vor Beschädigung während eines Stoßes, der möglicherweise während des Transport des Behälters erfolgt, beispielsweise beim Transport von einer Lagerstelle zu einer anderen.

### Hintergrund der Erfindung

15

Ein System für die Vor-Ort-Lagerung verbrauchten Kernbrennstoffs verwendet ein belüftetes Horizontal-Betonspeichermodule zur passiven Speicherung verbrauchter Brennstoffsätze, die in einem trockenen, abgeschirmten Kanister-Aufnahmegefäß abgedichtet untergebracht sind. Das trockene,  
20 abgeschirmte Kanister-Aufnahmegefäß besitzt eine innere Korbordnung mit Brennstoffspeicherstellen ähnlich einem Brennstoff-Gestell, welche jeweils eine verbrauchte Brennstoffanordnung haltet. Der beladene trockene abgeschirmte Kanister wird aus dem Becken für verbrauchten Brennstoff der Anlage in ein horizontales Speichermodule transferiert, welches sich in einer  
25 unabhängigen Speicheranlage für verbrauchten Brennstoff befindet, wozu ein Transfersystem eingesetzt wird, welches einen Transportanhänger enthält. Das Transfersystem enthält außerdem einen lokalen Transferbehälter zur Aufnahme des trockenen, abgeschirmten Kanister-Aufnahmegefäßes, wenn dieses von dem Brennstoffbecken in das horizontale Speichermodule transferiert wird. Nach dem Transferieren zu der Speicheranlage wird das  
30 trockene, abgeschirmte Kanister-Aufnahmegefäß von dem Transferbehälter entfernt und so lange in dem horizontalen Speichermodule gespeichert, bis eine überwachte wiederverwendbare Lagerstätte oder eine Endlagerstätte verfügbar ist.

Wenn Endlagerstätten verfügbar werden, ist es notwendig, daß die trockenen, abgeschirmten Kanister-Aufnahmegefäße von der örtlichen Zwischen-speicherstätte zu der abgelegenen Speicher- oder Endlagerstätte transportiert werden. Der Ferntransport wird von einem Transportbehälter Gebrauch machen, um das trockene, abgeschirmte Kanistergefäß aufzunehmen. Der Transport von verbrauchtem Kernbrennstoff zu entfernten Stätten macht es erforderlich, daß das trockene, abgeschirmte Kanister-Aufnahmegefäß und der Transportbehälter über öffentliche Wegstrecken transportiert werden, beispielsweise Autobahnen, Wasserwege und Schienestrecken.

Während des Transports ist es unbedingt geboten, daß Schritte unternommen werden, um ein Lecken von radioaktivem Material aus dem abgedichteten Behälter und dem Containment-Gefäß innerhalb des Behälters zu vermeiden. Obschon das Containment-Gefäß und der Behälter abgeschirmt und abgedichtet sind, um ein Lecken zu verhindern, besteht stets ein Beschädigungsrisiko für den Behälter und das Containment-Gefäß, verursacht durch hypothetische Unfall-Stöße, die möglicherweise während des Transports erfolgen. Solche Stöße können während einer Kollision zustandekommen, in die das den Behälter tragende Fahrzeug involviert ist, oder möglicherweise dann, wenn der Behälter während des Transportablaufs von dem Transportfahrzeug zu trennen wäre.

Eine zum Stand der Technik gehörige Konstruktion zum Schützen des Transportbehälters und des Containment-Gefäßes vor Beschädigung durch Stöße beinhaltet "Stoßbegrenzer", die runde, zylindrische Elemente enthalten, getragen an jedem Ende des zylindrischen Transportbehälters. Jeder Stoßbegrenzer enthält eine Ringzone, die einen Abschnitt an einem Ende des Behälters umfaßt. Solche Stoßbegrenzer enthalten zwischen einem starren Innengehäuse und einem starren Außengehäuse eingeschlossen einen Schaumstoff, Holz oder ein Wabenmaterial. Diese Stoßbegrenzer sind so ausgebildet, daß sie bei Stoßbeaufschlagung Energie absorbieren und den Transportbehälter um das Containment-Gefäß vor Beschädigung schützen.

Da die Stoßbegrenzer den Transportbehälter über öffentliche Wegstrecken begleiten müssen, beschränkt der für die Stoßbegrenzer zum Passieren von Tunneln, Brücken und anderen Einrichtungen an Autobahnen, Wasserwegen und Schienenstrecken verfügbare Raum die Gesamtgröße der Stoßbegrenzer. Die Energieabsorptionseigenschaften der Stoßbegrenzer mit runden, zylindrischen Elementen führte häufig zu Stoßbegrenzern, die aufgrund von Größenbeschränkungen nicht in angemessener Weise einen Transportbehälter schützen würden, der möglicherweise eine vorab festgelegte Menge verbrauchten Kernbrennstoffs aufnimmt. Um also die vorab definierte Menge verbrauchten Kernbrennstoffs zu transportieren, wären zusätzliche Fahrten notwendig, was die Exposition der Öffentlichkeit mit dem Brennstoff ebenso steigert wie das Risiko eines Unfalls. Die früheren Stoßbegrenzer verwendeten im allgemeinen auch einen Materialtyp, beispielsweise Schaumstoff, Holz oder Wabenmaterial mit richtungsabhängigen Knauscheigenschaften in einer gegebenen Ebene zwischen dem Außengehäuse und dem Innengehäuse. Es wurden unterschiedliche Dichten für den Schaumstoff, das Holz oder das Wabenmaterial verwendet, um den Stoßbegrenzer in gewissen Orientierungen weicher zu machen und dadurch die Knauscheigenschaften zu variieren. Darüber hinaus war das in früheren Stoßbegrenzern eingesetzte stoßabsorbierende Material im allgemeinen radial zwischen dem Innen- und dem Außengehäuse orientiert, um die Vorteile des Materials in dessen stärkster Richtung zu nutzen.

Ungeachtet der Existenz der oben angesprochenen Stoßbegrenzer-Ausgestaltungen besteht weiterhin Bedarf an Verbesserungen bei Stoßbegrenzern, um die Öffentlichkeit vor katastrophalen Auswirkungen eines Ereignisses zu schützen, bei dem der Transportbehälter und das Containment-Gefäß brechen und Strahlung aus dem verbrauchten Nuklearbrennstoff entweicht. Darüber hinaus besteht anhaltender Bedarf an einer Maximierung der mit einem Transportbehälter und einem Containment-Gefäß transportierbaren Brennstoffmenge, so daß die Anzahl von Fahrten zum Transportieren einer gegebenen Brennstoffmenge reduziert und damit das Gesamtrisiko für die Öffentlichkeit minimiert werden kann.

Offenbarung der Erfindung

Gemäß einem Aspekt betrifft die Erfindung einen Stoßbegrenzer zum Schützen eines Transportbehälters und eines Containment-Gefäßes für Nuklearbrennstoff, insbesondere für den Transport über öffentliche Wegstrecken. Der Stoßbegrenzer ist derart ausgestaltet, daß er die geltenden gesetzlichen Anforderungen zum Schutz der Öffentlichkeit vor Strahlung erfüllt oder darüber hinausgeht, indem das Risiko minimiert wird, daß die Integrität des Transportbehälters und des Containment-Gefäßes für den Kernbrennstoff bei Stoßbeanspruchung verletzt wird.

Ein Stoßbegrenzer, der gemäß diesem Aspekt der vorliegenden Erfindung ausgestaltet ist, enthält einen Ringkörper mit einem Innenumfang, der von einem Innengehäuse definiert wird, welches zu dem Transportbehälter paßt, und einem Außenumfang, der von einem mehrseitigen Außengehäuse definiert wird. Der Ringkörper enthält ein stoßabsorbierendes Material, welches zwischen dem Innengehäuse und dem Außengehäuse eingefaßt ist. Eine konische Kappe steht von einem Ende des Ringkörpers ab, sie enthält einen Außenumfang, der von einem mehrseitigen Außengehäuse definiert wird. Die konische Kappe enthält ebenfalls ein stoßabsorbierendes Material im Inneren des Außengehäuses.

In einer bevorzugten Ausführungsform dieses Aspekts der Erfindung ist das Außengehäuse des Ringkörpers beispielsweise einem Achteck angenähert. In ähnlicher Weise ist bei einer bevorzugten Ausführungsform das Außengehäuse der konischen Kappe mit einem gegebenen Querschnitt ausgebildet, beispielsweise einem Achteck angenähert.

Bei einer spezifischen Ausführungsform dieses Aspekts der Erfindung unterscheidet sich das stoßabsorbierende Material zwischen dem Innengehäuse und dem Außengehäuse des Ringkörpers von dem stoßabsorbierenden Material im Inneren des Außengehäuses der konischen Kappe. Die Verwendung von zwei Arten von stoßabsorbierendem Material ermöglicht eine Ausgestaltung des Stoßbegrenzers, durch die letzterer in der Lage ist, den

Transportbehälter und das Containment-Gefäß für den Nuklearbrennstoff vor einer Beschädigung durch Stöße in mehreren Richtungen zu schützen.

5 Eine weitere Ausführungsform dieses Aspekts der Erfindung betrifft den Einsatz einer Aluminiumwabe mit querlamierten Riffelungen als stoßabsorbierendes Material im Inneren des Ringkörpers, und insbesondere die axiale Anordnung, in der Ziegel aus diesen Aluminiumwaben mit querlamierten Riffelungen zwischen dem Innengehäuse und dem Außengehäuse angeordnet sind, um zu verhindern, daß der Behälter die diskreten Abschnitte des Wabenmaterials trennt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

15 Die obigen Aspekte und zahlreiche damit einhergehenden Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich deutlicher, wenn die Erfindung durch Bezugnahme auf die folgende detaillierte Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen besser verstanden wird. Es zeigen:

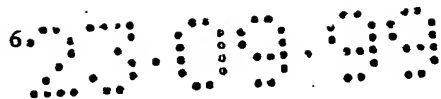
20 Figur 1 eine perspektivische Ansicht eines vorderen und eines hinteren Stoßbegrenzers, die an dem vorderen bzw. an dem hinteren Ende eines Kernbrennstoff-Transportbehälters angeordnet und erfindungsgemäß ausgebildet sind;

25 Figur 2A eine Seitenansicht des vorderen Stoßbegrenzers nach Figur 1;

Figur 2B eine Seitenansicht des hinteren Stoßbegrenzers in Figur 1;

30 Figur 3 eine Draufsicht auf das Außenende des Stoßbegrenzers nach Figur 2A mit einem weggeschnittenen Teil, wobei die Draufsicht auf den Stoßbegrenzer nach Figur 2B identisch ist;

Figur 4A eine Draufsicht auf das innere Ende des Stoßbegrenzers nach Figur 2A;



Figur 4B eine Draufsicht auf das innere Ende des Stoßbegrenzers nach Figur 2B;

Figur 5 eine Ansicht entlang der Schnittlinie 5-5 in Figur 3;

5

Figur 6 eine schematische, auseinandergezogene Darstellung von vier Lagen eines Wabenmaterials mit querlamierten Riffelungen, welches in dem Stoßbegrenzer nach Figur 2B gemäß der Erfindung getragen wird; und

10 Figur 7 eine perspektivische Ansicht von Honigwabenabschnitten aus Figur 6 in einem zusammengebauten Zustand gemäß der Erfindung.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

15 Die erfindungsgemäß ausgebildeten Stoßbegrenzer werden beim Transport großer Behälter eingesetzt, die Kanister tragen, welche ihrerseits mehrere verbrauchte Kernbrennstoffsätze enthalten. Die verbrauchten Kernbrennstoffsätze sind längliche Stäbe, die in dem Kanister von einem Korb getragen werden. Der Kanister dient als abgedichtete Umhüllung, die den Korb umgibt. Der Kanister hat allgemein die Form eines geraden Zylinders. Zusätzlich zu seiner Verwendung als Container zum Transportieren verbrauchten Kernbrennstoffs über öffentliche Wege werden solche Kanister und Körbe dazu verwendet, verbrauchten Kernbrennstoff vor Ort, zum Beispiel bei einer Kernkraftanlage, zu lagern und zu transferieren. Eine solche Kombination aus Kanister und Korb ist in einer Anmeldung mit dem Titel  
20 "Containers for Transportation and Storage of Spent Nuclear Fuel" vom 8. Oktober 1993 (US-SN 08/131,971 im Namen von Robert A. Lehnert, Robert D. Quinn, Steven E. Sisley und Brandon D. Thomas als Erfinder) beschrieben.

30

Wenn die den verbrauchten Kernbrennstoff enthaltenden Kanister fertig für den Abtransport über öffentliche Wegstrecken sind, werden die Kanister aus ihrer Zwischenspeichereinrichtung entnommen und in einen Transportbehälter eingegeben, bei dem es sich im allgemeinen um ein abgedichtetes



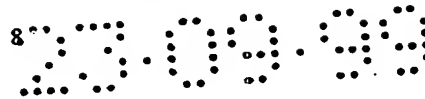
7. 2. 09. 99

Stahlgefäß in Form eines geraden Zylinders handelt. Der Kanister wird im Inneren des Transportbehälters aufgenommen, der anschließend abgedichtet wird. Ein derartiger Transportbehälter zum Transportieren des Kanisters ist in der Anmeldung mit dem Titel "Transportation and Storage Cask for Spent Nuclear Fuels" beschrieben, eingereicht am 8. Oktober 1993, US-SN 5 08/131 973 im Namen der Erfinder Kyle B. Jones, Robert E. Lehnert, Ian D. McInnes, Robert D. Quinn, Steven E. Sisley und Charles Temus.

Bezugnehmend auf Figur 1 der vorliegenden Anmeldung ist ein Transportbehälter (gestrichelte Linien in Figur 2), der die Kanister-Korb-Kombination 10 trägt, ist von einem Schlitten 20 eingeschlossen, außerdem von einem vorderen Stoßbegrenzer 22 und einem hinteren Stoßbegrenzer 23, die erfindungsgemäß ausgebildet sind, und ruht horizontal auf einem üblichen Anhänger 26. In Figur 1 ist der Transportbehälter nicht sichtbar, da er vollständig von dem Schlitten 20 und den Stoßbegrenzern 22 und 23 eingefasst 15 ist. Der Schlitten 20 ist außerdem von einem Vorhang aus Streckmetall 24 umschlossen, der den Schlitten 20 und den Transportbehälter zusätzlich vor Sonnenlicht abschirmt.

20 In Figur 1 verläuft die Längsachse des Transportbehälters parallel zur Längserstreckung des Anhängers 26. Der vordere Stoßbegrenzer 22 befindet sich am vorderen Ende des im großen und ganzen zylindrischen Transportbehälters, und der hintere Stoßbegrenzer 23 befindet sich an dem abgewandten rückwärtigen Ende. Der Schlitten 20 stützt den Transportbehälter 25 über dessen Längserstreckung zwischen den Stoßbegrenzern 22 und 23 ab.

Erfindungsgemäß enthalten die Stoßbegrenzer 22 und 23 Umfangs-Außenflächen, die vielseitig ausgebildet sind. Am dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Stoßbegrenzer 22 und 23 etwa achteckige Elemente, 30 die einen ringförmigen, etwa achteckigen Körper 28 und eine konische Kappe 30 aufweisen, wobei letztere einen Umfang im Querschnitt senkrecht zur Längsachse des Transportbehälters aufweist, der einem Achteck angenähert ist. Die Außenflächen der Stoßbegrenzer 22 und 23 sind im wesentlichen identisch. Die nachfolgende Beschreibung, die sich auf den Stoßbe-



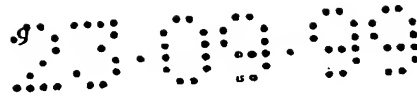
grenzer 22 bezieht, ist gleichermaßen anwendbar auf den Stoßbegrenzer 23.

Für die Stoßbegrenzer 22 und 23 werden gleiche Bezugszeichen für ähnliche Elemente verwendet. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel enthält das Äußere des Ringkörpers 28 vier Hauptseiten 32, jeweils von einer kleinen Nebenseite 34 abgetrennt. Das äußere der konischen Kappe 30 ist ein Kegelstumpfteil mit mehreren Seiten. In der nachfolgenden Beschreibung des dargestellten Ausführungsbeispiels werden repräsentativ Abmessungen angegeben, wobei allerdings zu verstehen ist, daß diese relativen Abmessungen variieren können, abhängig von der speziellen Größe des Transportbehälters oder anderen Entwurfsfaktoren, so zum Beispiel Stoßwiderstand, verfügbarer umschlossener Raum und Konstruktionsmaterialien. Darüber hinaus beinhaltet die nachfolgende Beschreibung beispielhafte Konstruktionsmaterialien, die ebenfalls aufgrund einer Reihe von Einflüssen, wie sie oben angegeben wurden, variieren können.

Zusätzlich auf die Figuren 2A, 4A und 5 bezugnehmend, besitzen die Hauptseite 32 und die Nebenseite 34 des Stoßbegrenzers 22 jeweils eine Breite, die sich in der Richtung parallel zu der Längsachse des Transportbehälters gleich weit erstreckt. Die Länge der Hauptseite 32 in einer Richtung quer zur Längsachse des Transportbehälters ist größer als die Länge einer Nebenseite 34 in einer Richtung quer zur Längsachse des Transportbehälters. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Hauptseite 32 annähernd viermal so lang wie die Länge der Nebenseite 34.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Länge der Primärseite 32 etwa 2,4 m (95 Zoll), die Länge der Nebenseite 34 ist etwa 0,58 m (23 Zoll). Die Breite der Hauptseite 32 und der Nebenseite 34 in einer Richtung parallel zu der Längsachse des Transportbehälters beträgt etwa 0,9 m (35,5 Zoll).

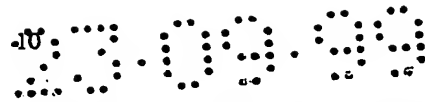
Betrachtet man nun zusätzlich die Figur 3, so enthält eine konische Kappe 30 des Stoßbegrenzers 22 ähnlich wie der Ringkörper 28 ein Außengehäuse, definiert durch vier Hauptseiten 36, jeweils getrennt durch eine Nebenseite 38. Die konische Kappe 30 enthält außerdem eine im wesentlichen



quadratische Stirnplatte 40, gegenüberliegend dem Ringkörper 28. Die konische Kappe 30 erstreckt sich in einer Richtung parallel zu der Längsachse des Transportbehälters von einem Ende des Ringkörpers 28 ausgehend fort von dem Transportbehälter. Die quadratische Stirnplatte 40 ist von dem Ringkörper 28 entlang der Längsachse des Transportbehälters beabstandet. Die Stirnplatte 40 besitzt Seiten, deren Längen geringer sind als die Länge der Hauptseiten 36. Beim dargestellten Beispiel betragen die Seiten der Stirnplatten 40 etwa 1,78 m (70 Zoll) in der Länge, wobei die Stirnplatte 40 von dem Ringkörper 38 etwa 1,24 m (49 Zoll) beabstandet ist. Die parallelen Seiten der trapezförmig geformten Hauptseiten 36 sind definiert durch die Kante der Hauptseiten 36 abgewandt von dem Transportbehälter, und eine Seite der quadratischen Stirnplatte 40. Die Länge der beiden parallelen Seiten entspricht der Kante der Hauptseite 36. Die nicht-parallelen Enden der trapezförmigen Hauptseiten 36 haben gleiche Länge. Die Nebenseiten 38 sind dreieckig und enthalten eine Basis, die definiert wird durch die Kante der Sekundärseite 38 gegenüber dem Transportbehälter und durch ein nicht-paralleles Ende der zwei Hauptseiten 36, die sich auf den beiden Seiten der Nebenseite 38 befinden. Demzufolge bildet die Kombination aus der Hauptseite 36, der Nebenseite 38 und der Stirnplatte 40 eine konische Kappe 30 in Form eines Kegelstumpfelements, dessen Außenumfang in einer Ebene parallel zu der Stirnplatte 40 einem Achteck angenähert ist.

Zusätzlich auf die Figuren 2B und 4B bezugnehmend, ist der hintere Stoßbegrenzer 22 dargestellt, und wie oben angemerkt, enthält er eine Außenfläche, die im wesentlichen identisch ist mit der oben beschriebenen Außenfläche des Stoßbegrenzers 22.

Bezugnehmend auf Figur 4A, enthält der Ringkörper 28 des Stoßbegrenzers 22 ein Außengehäuse 42 mit Hauptseiten 32 und Nebenseiten 34, die oben beschrieben wurden, außerdem ein rundes Innengehäuse 44, welches konzentrisch bezüglich des Außengehäuses 42 verläuft. Bei der in Figur 4A gezeigten Ausführungsform ist das Innengehäuse 44 kreisförmig und besitzt einen Durchmesser von etwa 2,13 m (84 Zoll) und eine Höhe von etwa 0,83 m (32,5 Zoll). Das der konischen Kappe 30 abgewandte innere Ende des



Innengehäuses 44 enthält zwölf im wesentlichen gleichmäßig beabstandete Kerben (45 in Figur 5), die im dargestellten Ausführungsbeispiel etwa 0,08 m (3 Zoll) breit und 0,08 m (3 Zoll) tief sind. Der Abstand zwischen Kerben 45 ist derart gewählt, daß sie ausgerichtet sind mit Kerben 49, 49a, 49b und 49c und Bolzenkanälen 56, die weiter unten beschrieben werden, die dazu dienen, den Stoßbegrenzer 22 an einem Transportbehälter zu befestigen. Das Innengehäuse 44 und das Außengehäuse 42 definieren zwischen sich einen Ringraum. Es sollte gesehen werden, daß die jeweiligen Seiten und verschiedenen Elemente des Ringkörpers 28 und der konischen Kappe 30 dadurch hergestellt werden können, daß man einzelne Metallplatten durch konventionelle Mittel, beispielsweise durch Schweißen, miteinander verbindet, wobei man zum Beispiel Platten aus rostfreiem Stahl vom Typ 304 mit einer Stärke von etwa 6,35 mm (0,25 Zoll) verwendet. Das Ende des Ringkörpers 28 abgewandt von der Stirnkappe 40 ist von einer Deckplatte 48 verschlossen, bei der es sich um einen umlaufenden Ring handelt, der sich zwischen dem Außengehäuse 42 und dem Innengehäuse 44 erstreckt. Die Deckplatte 48 besitzt einen Außenumfang, der im wesentlichen zu dem Außenumfang des Ringkörpers 28 paßt. Der Innenumfang der Deckplatte 48 enthält eine Bohrung mit einem Durchmesser, die beim dargestellten Ausführungsbeispiel etwa 2,13 m (84 Zoll) beträgt. Diese Bohrung enthält etwa quadratische Kerben 49, 49a, 49b und 49c, damit durch die Deckplatte 48 hindurch (weiter unten noch im einzelnen zu beschreibende) Bolzenkanäle 56 hindurchreichen können. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Kerben 49 voneinander um etwa 30 Grad beabstandet. Die Kerben 49a sind von den benachbarten Kerben 49 um etwa 30 Grad beabstandet, und von den Kerben 49b um etwa 35 Grad. Die Kerben 49b sind von den Kerben 49c um etwa 25 Grad beabstandet. Die Kerben 49c sind von den benachbarten Kerben 49 um etwa 30 Grad beabstandet. Die variable Beabstandung zwischen den Kerben 49, 49a, 49b und 49c in dem Stoßbegrenzer 22 ist nicht erforderlich, im Rahmen des Schutzzumfangs der Erfindung sind noch andere Abstände möglich, beispielsweise gleiche Abstände. Die Deckplatte 48 weist entlang ihrem Außenumfang ein 90°-Eckstück aus Metall auf, an dem das Außengehäuse 42 des Ringkörpers 28 mit konventionellen Mitteln, beispielsweise Schweißen, befestigt werden kann. Angebracht an dem Ende



des Innengehäuses 44 abgewandt von der Deckplatte 48 ist eine Kreisplatte 50. Die Kreisplatte 50 ist entlang der Achse des Innengehäuses 44 zentriert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel besitzt die Platte 50 einen Durchmesser von etwa 2,31 m (91 Zoll). Unter einem Winkel von 90° erstreckt sich von dem Umfang der Platte 50 in Richtung der Stirnplatte 40 eine Lippe aus Metall, die einen Scheranschlag (52 in Figur 5) bildet. Der Scheranschlag 52 bildet eine Lippe, deren Funktion darin besteht, dem Abscheren des aus Schaumstoff gebildeten stoßabsorbierenden Materials entlang der Ebene entgegenzuwirken, wo das wabenförmige stoßabsorbierende Material und das aus Schaumstoff gebildete stoßabsorbierende Material aufeinandertreffen. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Platte 50 aus rostfreiem Stahl vom Typ 304 mit einer Stärke von etwa 12,7 mm (0,5 Zoll). Der Scheranschlag 52 ist aus dem gleichen 12,7 mm (0,5 Zoll) dicken rostfreien Stahl vom Typ 304 hergestellt und besitzt eine Länge von etwa 88,9 mm (3,5 Zoll). Die Kreisplatte 50 enthält an ihrem Umfang zwölf im wesentlichen gleichmäßig beabstandete Bohrungen, um den Durchgang von Bolzen 58 in Figur 5 zu ermöglichen. Die Beabstandung zwischen diesen Bohrungen ist derart gewählt, daß sie mit Kerben 49, 49a, 49b und 49c fluchten können. Obschon nicht dargestellt, enthält die Platte 50 auf ihrer freiliegenden Oberfläche Mittel zum Trennen des Transportbehälters von der Platte 50. Eine Möglichkeit, diese Abtrennung zu erreichen, ist die Anbringung eines konzentrischen Distanzrings mit einer Höhe von etwa 6,35 mm (0,25 Zoll) und einer Breite von 6,35 mm (0,25 Zoll) an der Platte 50. Es ist wünschenswert, den Transportbehälter von der Platte 50 zu beabstanden, um das Risiko zu verringern, daß Wärme aus dem Transportbehälter die Platte 50 heiß genug werden läßt, um den darunter befindlichen Schaumstoff zu beschädigen, was weiter unten noch im einzelnen beschrieben wird. Hingegen liefert der Abstand des Transportbehälters von der Platte 50 einen Luftspalt, der die Dichtungen an den Transportbehälter vor einer Beschädigung durch Überhitzung schützt, sollte das Äußere des Stoßbegrenzers hohen Temperaturen ausgesetzt sein, beispielsweise bei einem Feuersausbruch.



An der Außenfläche des Innengehäuses 44 innerhalb des Ringraums zwischen dem Innengehäuse 44 und dem Außengehäuse 42 sind zwölf Bolzenkanäle 56 zur Aufnahme von Bolzen 58. Die Bolzenkanäle 56 sind im wesentlichen rohrförmige Elemente, die im dargestellten Ausführungsbeispiel  
5 eine Länge von etwa 0,83 m (32,75 Zoll) haben. Die Bolzenkanäle 56 enthalten ein Aufnahmeende zur Aufnahme eines Bolzens 58, der an der freiliegenden Oberfläche der Platte 50 fluchtend mit einer der oben beschriebenen zwölf Bohrungen in der Platte 50 befestigt wird. Die Bolzenkanäle 56 erstrecken sich hin zu der Deckplatte 48 und sind in Kerben 49, 49a, 49b  
10 und 49c fluchtend mit Kerben 45 an der Deckplatte 48 befestigt. Die Bolzenkanäle 56 sind im wesentlichen dreiseitige längliche Elemente, wobei die drei Seiten drei Viertel eines quadratischen Rohrs bilden. Die vierte Seite des quadratischen Rohrs, welches die Bolzenkanäle 56 definiert, wird durch das Innengehäuse 44 gebildet. Wie oben kurz angemerkt, bilden die Bolzenkanäle 56 einen Durchgang für mehrere langstielige Bolzen 58, die dazu  
15 dienen, den Aufschlagbegrenzer 22 mit dem Transportbehälter zu verbinden, wie weiter unten ausführlicher beschrieben wird. Die Kerben 45 und die Bolzenkanäle 56 sind derart bemessen, daß sie mit dem Bezugszeichen 53, bezeichnete Nasen an dem Transportbehälter in den Figuren 2 und 5 aufnehmen. Das Zusammenwirken zwischen den Nasen und der von den  
20 Bolzenkanälen 56 und den Kerben 45 gebildeten Taschen dient dazu, ein Verdrehen des Aufschlagbegrenzers relativ zu dem Behälter zu unterbinden. Dies trägt bei zu einer Reduzierung von Scherbeanspruchungen der Bolzen, die ansonsten die einzige Möglichkeit wären, eine Drehung zu verhindern, falls die Nasen/Kerben-Anordnung fehlte. Innerhalb jedes Bolzenkanals 56 befindet sich in der Öffnung neben der Deckplatte 48 eine Bolzenführung  
25 60, die dazu dient, die Gewindeenden der Bolzen 58 auszurichten mit einem entsprechenden Innengewindeteil in den Nasen 53 an dem Transportbehälter. Die Bolzenführungen 60 sind quadratische Platten, die von einer zentralen Bohrung durchsetzt sind. Die Bolzenführung 60 ist jeweils so dimensioniert, daß sie in dem Bolzenkanal 56 passend aufgenommen und befestigt werden kann. Die Bolzenführungen 60 sind in den Bolzenkanälen 56 mit  
30 konventionellen Mitteln, beispielsweise durch Schweißen, festgelegt.

Wie oben angemerkt, ist der Stoßbegrenzer 23 im wesentlichen identisch mit dem Stoßbegrenzer 22. Bezugnehmend auf die Figuren 2B und 4B, enthält das Innengehäuse 44 des Stoßbegrenzers 23 an voneinander um 180° versetzten Stellen einen rechteckigen Schlitz 104, der sich von dem Ende des Innengehäuses 44 benachbart zu der Deckplatte 48 zu einer Stelle etwa in der Mitte der Bohrung erstreckt, welche den Transportbehälter aufnimmt. Der Schlitz 104 gegenüber der Deckplatte 48 enthält ein bogenförmiges Ende. Der Schlitz 104 unterbricht die etwa kreisförmige Gestalt des Innengehäuses 44 für den Stoßbegrenzer 23 und bildet Raum zur Aufnahme von Strukturelementen, beispielsweise an dem Transportbehälter befindlichen Lagerzapfen. Der Stoßbegrenzer 22 enthält keinen derartigen Schlitz, da das Ende, an dem sich der Stoßbegrenzer 22 befindet, keine Lagerzapfen an der Stelle aufweist, wo sie von dem Stoßbegrenzer 22 aufgenommen würden. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Schlitz 104 etwa 0,48 m (19 Zoll) breit und 0,25 m (10 Zoll) lang.

Hauptsächlich auf die Figuren 3 und 5 bezugnehmend, enthält die konische Kappe 30 beim dargestellten Ausführungsbeispiel 12 im wesentlichen gleichmäßig beabstandete Kanäle 62 zur Aufnahme von Bolzen 58. Der Abstand zwischen den Kanälen 62 entspricht dem Abstand der Kerben 49, 49a, 49b und 49c, der oben erläutert wurde. Die Kanäle 62 sind axial ausgerichtet mit den Bolzenkanälen 56, und im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um dünnwandige Rohre aus rostfreiem 300-Stahl mit einem Durchmesser von etwa 50,8 mm (2 Zoll) und einer ausreichenden Länge, damit sie sich von dem Außengehäuse der konischen Kappe 30 hin zu der nicht-freiliegenden Seite der Platte 50 erstrecken können. Die Kanäle 62 sind auf einem Kreis mit einem Durchmesser konzentriert, der übereinstimmt mit dem Durchmesser des Kreises, auf dem die Bolzenkanäle 56 in dem Ringkörper 28 zentriert sind.

Dementsprechend erstrecken sich gemäß Figur 3 vier Bolzenkanäle 62 von der Stirnplatte 40 zu der Platte 50, und acht Bolzenkanäle 62 erstrecken sich von den jeweiligen Hauptseiten 36 zu der Platte 50. Wie oben beschrieben, enthält die Platte 50 an mit Bolzenkanälen 62 fluchtenden Stellen

zwölf Öffnungen, die den Durchgang des schmalen Halses von Bolzen 58 ermöglichen und dabei verhindern, daß die Köpfe der Bolzen 58 hindurchtreten. Demzufolge wird der Stoßbegrenzer 22 an dem Transportbehälter mittels Bolzen 58 befestigt, die nicht direkt Stößen ausgesetzt sind, die  
5 möglicherweise starke Scherkräfte auf die Bolzen ausüben könnten.

Das Außengehäuse der konischen Kappe 30 enthält eine Reihe weiterer Öffnungen. Die Stirnplatte 40 enthält zusätzlich zu den Bolzenkanälen 62 vier Sicherheitsventile 66, die zum Bersten ausgelegt sind, sollte der Druck  
10 innerhalb des Stoßbegrenzers 22 einen vorbestimmten Wert übersteigen. Beispiele für Situationen, in denen Druck innerhalb des Stoßbegrenzers 22 vorbestimmte Werte überschreiten kann, sind die Erhitzung des Schaumstoffs innerhalb des Stoßbegrenzers 22, bedingt durch einen Anstieg der Außentemperatur. Der Druckaufbau innerhalb des Stoßbegrenzers 22 kann  
15 zu einem Aufblähen des Stoßbegrenzers führen, wenn das Gas nicht abgeführt wird. Die Sicherheitsventile 66 des dargestellten Ausführungsbeispiels sind Rohr-Fittings, die in das Außengehäuse 30 durchsetzenden Bohrungen mit konventionellen Mitteln, beispielsweise durch Schweißen, befestigt wurden. Die Rohr-Fittings sind in konventionelle Kunststoffrohrstecker  
20 eingesteckt, die bei steigender Temperatur erweichen. Das Erweichen der Rohrstecker bewirkt im Verein mit dem Druckaufbau im Stoßbegrenzer 22 oder 23, daß die Stecker bersten und Druck im Inneren der Begrenzer freisetzen. Obschon nicht erforderlich, können zusätzliche Sicherheitsventile 64 in den Hauptseiten 36 angeordnet sein.

25 An den vier Ecken der Stirnplatte 40 befinden sich Lüftungslöcher 68, die, wie unten noch im einzelnen erläutert wird, deshalb vorhanden sind, um einen Druckaufbau während des Vergießens des Schaumstoffs und dessen Aufschäumung zu entlasten.

30 In der Stirnplatte 40 befindet sich mittig eine Zugriffsöffnung 70, durch die in der unten beschriebenen Weise Schaumstoff eingegossen wird.



Vornehmlich auf Figur 5 bezugnehmend, ist zum Absorbieren von Energie während eines Stoßes und zum Schutz des Transportbehälters durch die Stoßbegrenzer 22 und 23 in dem Ringkörper 28 ein stoßabsorbierendes Material 72 enthalten, während sich in der konischen Kappe 30 ein anderes und bestimmtes stoßbegrenzendes Material 74 befindet. Die Verwendung  
5 zweier unterschiedlicher und gesonderter Typen von stoßabsorbierendem Material stellt ein Mittel dar, um den vollen Vorteil der Knautscheigenschaften von mehr als einem Material zu erlangen. Durch Verwendung der verschiedenen Materialien können optimale Eigenschaften jedes Material genutzt werden, um eine vorteilhafte Ausgestaltung zu erhalten. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird beispielsweise ein Wabenmaterial mit querlaminieren Riffelungen als stoßabsorbierendes Material 72 eingesetzt, während als stoßabsorbierendes Material 74 ein Schaumstoff verwendet wird. In Figur 5 ist das stoßabsorbierende Wabenmaterial 72 schematisch  
10 ohne die kreuz-laminieren Riffelungen dargestellt. Außerdem zeigt Figur 5 einen Querschnitt des Stoßbegrenzers 22, wobei gesehen werden sollte, daß der gleiche Querschnitt des Stoßbegrenzers 23 einen Schlitz 104 enthielte.

Die Verwendung einer Zellstruktur mit kreuz-laminieren Riffelungen in dem Ringkörper um den Transportbehälter herum, wo möglicherweise erhöhte Temperaturen auftreten, ist deshalb von Vorteil, weil die Wabenstruktur aus Materialien gearbeitet werden kann, die minimale Temperaturabhängigkeiten aufweisen und somit gleichmäßigere Resultate über einen größeren Temperaturbereich liefern. Darüber hinaus zeigt eine Wabenstruktur mit kreuz-laminieren Riffelungen Knautscheigenschaften, die an solchen  
20 Stellen wünschenswert sind, an denen der für das knautschfähige Material verfügbare Raum begrenzt ist.

Bezugnehmend auf die Figuren 5, 6 und 7 ist beim dargestellten Ausführungsbeispiel das bevorzugte Wabenmaterial eine Mehr richtungs-Aluminiumwabe, die in jeder Orientierung innerhalb einer Ebene eine im wesentlichen gleichförmige Knautschfestigkeit besitzt, und in einer senkrecht zu der Ebene verlaufenden Richtung eine geringere Festigkeit aufweist. Dieser Typ von Waben- oder Zellmaterial unterscheidet sich von  
30

konventionellen Wabenmaterial, welches in einer gegebenen Ebene sehr richtungsabhängig ist. Solche Wabenmaterialien besitzen Riffelungen, die in abwechselnden Schichten quer oder kreuzweise laminiert sind. Beispielhafte Typen eines solchen Aluminium-Waben-Materials sind erhältlich von Alcore, Inc., Belcamp, Maryland unter der Handelsbezeichnung Trussgrid Honeycomb. Ein weiterer Typ von Aluminium-Wabenmaterial ist beziehbar von Hexcel Corporation, Dublin, California unter der Handelsbezeichnung Cross-Core. Ein beispielhaftes Wabenmaterial besitzt eine statische Nenn-Knautschfestigkeit von  $11,4 \times 10^6$  Pa (1.650 psi), eine minimale Festigkeit von nicht weniger als etwa  $9,6 \times 10^6$  Pa (1.400 psi), bei Prüfung unter 93,3°C (200°F) und 20,4 m pro Sekunde (67 Fuß pro Sekunde) dynamischer Knautschrate, und einer maximalen Festigkeit von nicht mehr als  $13,4 \times 10^6$  Pa (1.950 psi) bei Prüfung unter -28,9°C (-20°F) und 20,4 m pro Sekunde (67 Fuß pro Sekunde).

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Wabenmaterial für den Stoßbegrenzer 23 in Form vier diskreter Lagen 76, 78, 80 und 82 vorgesehen, die in axialer Richtung bezüglich des Behälters laminiert sind. Die Lagen 76, 78, 80 und 82 sind so bemessen, daß sie zwischen das Innengehäuse 44 und das Außengehäuse 42 des Ringkörpers 28 passen. Die Lagen 78, 80 und 82 enthalten einen rechteckigen Ausschnitt 106 an ihrem Innenumfang, der dem Schlitz 104 entspricht. Obschon nicht dargestellt, sind die Lagen 76, 78, 80 und 82 für den Stoßbegrenzer 22 identisch mit den entsprechenden Lagen für den Stoßbegrenzer 23, ausgenommen den rechteckigen Ausschnitt 106 zur Aufnahme des Schlitzes 104, der nicht benötigt wird. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind die einzelnen Lagen 78, 78, 80 und 82 des Wabenmaterials jeweils etwa 0,22 m (8,8 Zoll) dick. Die Lagen 76 und 80 sind jeweils aus vier Blöcken 84 mit etwa rechteckiger Form gebildet. Sämtliche vier Blöcke 84, die die jeweiligen Lagen 76 und 80 bilden, sind im wesentlichen identisch, mit der Ausnahme, daß die beiden Blöcke 84 der Schicht 80 den oben angesprochenen Ausschnitt enthalten. Jeder Block 84 besteht aus kleineren Abschnitten des Aluminium-Wabenmaterials. Die Stöße zwischen benachbarten Blöcken 84 in den Lagen 76 und 80 sind durch (nicht gezeigte) Aluminiumbleche gebildet, die in

dem Stoß mit Hilfe eines Epoxyharzes zur Klebung angeordnet sind. Am dargestellten Ausführungsbeispiel hat das Aluminiumblech die Stärke 28. Die Lagen 78 und 82 bestehen jeweils aus vier im wesentlichen dreieckigen Blöcken 86, die ebenfalls miteinander unter Einsatz von Aluminium-

5 Trennblechen und Epoxyharz vereint sind. Der Block 86 der Lage 82 enthält einen Ausschnitt, wie er oben angesprochen wurde. Die Aluminiumbleche zur Bildung der Stöße dienen auch zum Abdichten der Zellenenden in jeder Lage 76, 78, 80 und 82 durch Umschließen jeder Lage an ihrem Umfang. Benachbarte Lagen 76, 78, 80 und 82 sind miteinander unter Verwen-

10 dung von Epoxyharz und Aluminiumblechen zusammengeklebt. Beim in Figir 6 dargestellten Ausführungsbeispiel sind Aluminiumbleche 81 entsprechend der Gestalt der Blöcke 84 zugeschnitten, und Aluminiumbleche 83 sind zu der Form der Blöcke 86 zugeschnitten. Alternativ könnte ein einzel-

15 nes Aluminiumblech in der Form der jeweiligen Lage zugeschnitten sein, um die Verbindungslinie zu schaffen, die zum Verkleben benachbarter Lagen notwendig ist. Jede Lage 76, 78, 80 und 82 enthält eine mittige Bohrung 85, die derart bemessen ist, daß die einzelnen Lagen das Innengehäuse 44 umschließen und aufnehmen können. Darüber hinaus enthält die Bohrung 85 gekerbte Ausschnitte 87, passend zu den Bolzenkanälen 56. Die Lage 82

20 des Wabenmaterials unterscheidet sich etwas von der Lage 78, indem sie einen Sitz 89 benachbart zu der Bohrung 85 passend zu dem Gehäuse der Stoßbegrenzer 22 und 23 aufweist.

Die Lagen 76 und 80 enthalten Verbindungsstoßlinien zwischen benachbar-

25 ten Blöcken 84, die gegenüber den Verbindungsstoßlinien zwischen benachbarten Blöcken 86 der Lagen 78 und 82 um  $45^\circ$  versetzt sind. Durch das Versetzen der Stoßlinien verringert sich das Risiko, daß der Behälter die einzelnen Blöcke in sämtlichen Schichten aufspaltet aufgrund der Diskontinuität der Stoßlinien. Die individuellen Lagen sind miteinander durch

30 dasselbe Epoxymaterial verklebt, welches auch die einzelnen Blöcke verbindet. Der aus dem Wabenmaterial gebildete Block besitzt Abmessungen, die es ihm ermöglichen, in dem Rohrkörper 28 aufgenommen zu werden. Allerdings ist der aus Wabenmaterial bestehende Block an dem Außengehäuse 42 oder dem Innengehäuse 44 nicht befestigt oder verklebt.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel enthält der Block aus Wabenmaterial auf seinem Außenumfang zwei Reihen von beabstandeten, 19,05 mm (0,75 Zoll) tiefen Nuten, die die Berührungsfläche zwischen dem Wabenmaterial und der Innenfläche des Außengehäuses 46 an etwa 45% der gesamten Außenfläche des Wabenmaterialblocks annähern. Durch Schaffung der Nuten 88 um den Wabenmaterialblock herum verringert sich der Widerstand gegenüber einer Knautschkraft auf das Äußere des Ringkörpers. In anderen Worten: die Nuten 88 haben die Neigung, den Stoßbegrenzer zumindest in der Nähe der Grenzfläche Wabenmaterial/Außengehäuse zu erweichen. Die Erweichung in der Nähe dieser Grenzfläche ist häufig wünschenswert, damit "weiche" Stöße, beispielsweise ein Fall aus einer Höhe von einem Fuß, mühelos absorbiert wird, ohne daß eine Beschädigung des Stoßbegrenzers oder des Behälters erfolgt, aber dennoch die stoßabsorbierende Struktur erhalten bleibt, die den Behälter schützt, wenn dieser Stöße größerer Stärke erleidet.

Die Ebene der Festigkeit des Wabenmaterials sollte senkrecht zur Längsachse des Transportbehälters orientiert sein. Da das Aluminium-Wabenmaterial im Verlauf seines Arbeits-Knautschbereichs keine Stauchhärtung bei Kombination mit einer Stauchung von der Innenseite des Stoßbegrenzers her erfährt, wird eine im wesentlichen konstante Beziehung zwischen Kraft und Knautschweg erreicht. Abhängig von der jeweiligen Orientierung des von dem Stoßbegrenzer aufgenommenen Stoßes kann das Wabenmaterial den gesamten Stoß oder einen Teil des Stoßes absorbieren. Beispielsweise wird ein auf einer Hauptseite 36 oder einer Nebenseite 30 aufgenommener flacher Stoß vornehmlich von dem Wabenmaterial absorbiert. Im Gegensatz würde ein von der Stirnplatte 40 aufgenommener flacher Stoß im wesentlichen von dem unten noch zu beschreibenden Schaumstoffmaterial absorbiert werden, während das Wabenmaterial nicht aktiv wäre.

Wie oben beschrieben, umschließt die konische Kappe 30 des Stoßbegrenzers 22 ein stoßabsorbierendes Material 74, welches sich von dem stoßabsorbierenden Material 72 unterscheidet. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel

rungsbeispiel ist das stoßabsorbierende Material 74 ein geschlossene Zellen aufweisender Polyurethan-Schaumstoff mit einer Nenndichte von 240,3 kg pro Kubikmeter (15 Pfund pro Kubikfuß). Ein bevorzugter Schaumstoff besitzt virtuelle isotrope Eigenschaften in einer vorbestimmten Ebene. Der geschlossene Zellen aufweisende Polyurethan-Schaumstoff ist feuerbeständig, besitzt schwache Wasserabsorptionseigenschaften, und weist vorher-sagbare Knautscheigenschaften auf. Der Schaumstoff wird über die Zugriffsöffnung 70 in die konische Kappe 30 eingeleitet. Um ein Kleben zwischen dem Schaumstoff und der Innenfläche der konischen Kappe 30 und dem stoßabsorbierenden Material 72 zu vermeiden, wird vor dem Einleiten des Schaumstoffs eine Freigabeverbindung, beispielsweise ein Wachs, auf diese Flächen aufgebracht. Durch Verhindern des Klebens zwischen dem Schaumstoff und dem darunter liegenden Wabenmaterial wird eine Bindung dieser Stoffe, die im allgemeinen eine beträchtliche Ungewißheit in Bezug auf die Wirkung eines Stoßes auf die Bindung und die Knautscheigenschaft der verbundenen Stoffe hervorruft, vermieden. Durch Schaffung einer Ausgestaltung, bei der die Bindung nicht erforderlich ist, braucht man sich um die Qualität der vorhandenen Verbindung keine Sorgen zu machen. Nachdem der Schaumstoff in die konische Kappe 30 eingefüllt ist, expandiert er und füllt die konische Kappe 30 aus. Nachdem die Ausdehnung des Schaumstoffs abgeschlossen ist, werden die Belüftungsöffnungen 68 und die Zugriffsöffnung 70 abgedichtet. Die Verwendung von Schaumstoff in der konischen Kappe 30 führt ein Material ein, welches die Knautscheigenschaften bei einer Temperaturänderung ändert. Wenn zum Beispiel der Stoßbegrenzer auf die Stirnplatte 40 fällt, weicht der Schaumstoff mit steigender Temperatur auf, so daß der Schaumstoff den Stoß über eine größere Strecke oder einen größeren Hub absorbieren kann, was zu einer geringeren Belastung des Behälters durch den Stoß führt. Während der Schaumstoff bei sinkenden Temperaturen zum Erhärten neigt, erhärten sich auch die Strukturelemente des Behälters, die der Schaumstoff schützen soll, bei tieferen Temperaturen, und folglich können, da die Belastungen bei niedrigeren Temperaturen aufgrund eines verkürzten Hubs höher sind, die zu schützenden Strukturen auch stärkeren Belastungen aufgrund der niedrigeren Temperaturen widerstehen.

Noch einmal auf Figur 1 bezugnehmend, schafft die mehrseitige Ausgestaltung des erfindungsgemäß ausgebildeten Stoßbegrenzers eine Mehrzahl von Flächen zur Aufnahme eines Stoßes. Da diese Flächen im wesentlichen eben sind, wird bei einem Stoß eine größere Oberfläche aktiviert, verglichen mit  
5 einem Stoßbegrenzer, der einen etwa kreisförmigen Umfang aufweist. Die "aktivierte Fläche" ist diejenige Fläche des stoßabsorbierenden Materials, die zerknautscht wird, während der Stoß absorbiert wird. In anderen Worten: ein Stoßbegrenzer mit einem kreisförmigen Umfang nimmt einen Stoß entlang einer gewissen Tangenten-Linie der Berührung auf, und folglich  
10 wird zu Beginn nur ein kleiner Bereich des kreisförmigen Stoßbegrenzers aktiviert. Um diesen kleinen Aktivierungsbereich zu kompensieren, muß der Hub des stoßabsorbierenden Materials notwendigerweise zum Absorbieren der Stoßkraft vergrößert werden, mit der Folge, daß der Stoßbegrenzer größer baut oder die Steifigkeit des stoßabsorbierenden Materials erhöht  
15 werden muß, was aber den Effekt hat, daß die potentielle Belastung, die auf den Transportbehälter einwirkt, größer wird. Wenn hingegen mehrere im wesentlichen ebene Flächen vorhanden sind, so ist die bei einem Stoß aktivierte Fläche wahrscheinlich größer. Das Aktivieren größerer Bereiche bei einem Stoß ist wünschenswert, damit mehr von dem stoßabsorbierenden  
20 Material zum Absorbieren der Stoßkraft genutzt werden kann. Durch Erhöhung der zu aktivierenden Flächengröße während eines gegebenen Stoßes läßt sich der Hub, der zum Absorbieren des Stoßes notwendig ist, verkleinern, wodurch die Gesamtgröße des Stoßbegrenzers verringert wird. Auch läßt sich die Steifigkeit des stoßabsorbierenden Materials verringern, was  
25 die auf die Behälter beim Absorbieren des Stoßes einwirkenden Belastungen reduziert. Außerdem erfolgt durch Verteilung der Stoßkraft über einen größeren Bereich auf der Außenseite des Stoßbegrenzers für gewisse Orientierungen der Knautschmechanismus von innen nach außen her, anstatt von außen nach innen. Ein Knautschmechanismus, der von innen nach außen wirkt, ist deshalb wünschenswert, weil dann ein großer Bereich des stoßabsorbierenden Materials aktiviert wird.  
30

Die konische Kappe des Stoßbegrenzers ermöglicht einen längeren Hub bei Fallrichtungen, wenn die Größe des Stoßbegrenzers nicht beschränkt ist.



Darüber hinaus hält die konische Kappe auch den Endabschnitt, der sich über den Behälter hinaus erstreckt, vor einer Beeinflussung von seitlichen oder eckseitigen Treffern in signifikanter Weise ab. Durch geeignete Auswahl der konischen Verjüngung, wie sie durch die oben erläuterte Ausführungsform angedeutet ist, lassen sich auch die auf den Behälter einwirkenden Belastungen bei schrägem Fall und das daraus resultierende Niederschlagen des am Anfang noch nicht angestoßenen Endes minimieren.

Während die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung dargestellt und beschrieben wurde, ist ersichtlich, daß zahlreiche Änderungen möglich sind, ohne von dem Schutzzumfang der Erfindung, wie er durch die Ansprüche definiert ist, abzuweichen. Beispielsweise könnten unterschiedliche Metallarten für die verschiedenen Strukturelemente des Stoßbegrenzers und des Schlittens gemäß der Erfindung verwendet werden. Darüber hinaus können andere Arten von Wabenmaterial oder Schaumstoffen erfindungsgemäß eingesetzt werden. Schließlich sind die oben angegebenen Abmessungen beispielhaft für zahlreiche unterschiedliche Abmessungen, die abhängig von der speziellen Größe des Behälters und den speziellen Werkstoffen zur Fertigung des Stoßbegrenzers gemäß der Erfindung verwendet werden könnten.

5

## Patentansprüche

1. Stoßbegrenzer eines Kernbrennstoff-Transportbehälters, umfassend:

10 einen Ringkörper (28) mit einem Innumfang, der durch ein Innengehäuse (44) definiert wird, der mit dem Transportbehälter zusammenpaßt, und mit einem Außenumfang, der von einem mehrseitigen Außengehäuse (42) definiert wird, wobei der Ringkörper (28) ein stoßabsorbierendes Material (72) zwischen dem Innengehäuse (44) und dem Außengehäuse (42) enthält; und

15 eine konische Kappe (30), die von dem Ringkörper (28) absteht, die einen von einem mehrseitigen Außengehäuse definierten Außenumfang aufweist, und die innerhalb des Außengehäuses ein stoßabsorbierendes Material (74) enthält.

20 2. Stoßbegrenzer nach Anspruch 1, bei dem das mehrseitige Außengehäuse (42) des Ringkörpers (28) vier Hauptseiten (32) und vier Nebenseiten (34) aufweist, die in einem abwechselnden Muster angeordnet sind.

25 3. Stoßbegrenzer nach Anspruch 2, bei dem die Hauptseiten (32) eine größere Oberfläche aufweisen als die Nebenseiten (34).

30 4. Stoßbegrenzer nach Anspruch 1, bei dem das mehrseitige Außengehäuse der konischen Kappe (30) vier Hauptseiten (36) und vier Nebenseiten (38) enthält, die in einem abwechselnden Muster angeordnet sind.

35 5. Stoßbegrenzer nach Anspruch 4, bei dem die Hauptseiten (36) eine größere Oberfläche besitzen als die Nebenseiten (38).



6. Stoßbegrenzer nach Anspruch 1, bei dem das stoßabsorbierende Material (92) zwischen dem Innengehäuse (44) und dem Außengehäuse (42) des Ringkörpers (28) im wesentlichen isotrope Knautscheigenschaften in einer vorbestimmten Ebene aufweist.
- 5
7. Stoßbegrenzer nach Anspruch 6, bei dem das stoßabsorbierende Material (72) in dem Ringkörper (28) eine Aluminiumwabe mit querlami-  
niierten Riffelungen ist.
- 10
8. Stoßbegrenzer nach Anspruch 7, bei dem die Aluminiumwabe (72) in mehreren Lagen (76, 78, 80, 82) angeordnet ist, von denen jede Lage mehrere Blöcke (84) enthält, die aus der Aluminiumwabe mit querlami-  
niierten Riffelungen gebildet sind.
- 15
9. Stoßbegrenzer nach Anspruch 8, bei dem der Außenumfang zweier diskreter Lagen (78, 82) der Aluminiumwabe von dem Innenumfang des Außengehäuses (42) des Ringkörpers (28) beabstandet ist, und der Außenumfang der zwei anderen diskreten Lagen (76, 80) den Innenumfang des Außengehäuses (42) des Ringkörpers (28) berührt.
- 20
10. Stoßbegrenzer nach Anspruch 1, bei dem das stoßabsorbierende Material (74) der konischen Kappe (30) einen Schaumstoff aufweist.
- 25
11. Stoßbegrenzer nach Anspruch 10, bei dem der Schaumstoff (74) Polyurethanschaumstoff mit geschlossenen Zellen ist.
- 30
12. Stoßbegrenzer nach Anspruch 10, bei dem der Schaumstoff (74) die Innenfläche des Außengehäuses berührt, wobei die Berührungsfläche zwischen dem Schaumstoff und dem Außengehäuse keine Klebung aufweist.
13. Stoßbegrenzer nach Anspruch 10, bei dem der Schaumstoff (74) und das stoßabsorbierende Material (72) des Ringkörpers (28) durch eine Trennplatte voneinander getrennt sind, wobei der Schaumstoff die

23.09.99

- 3 -

Trennplatte entlang einer Berührfläche berührt, und die Berührfläche im wesentlichen frei von Klebung zwischen dem Schaumstoff und der Trennplatte ist.

5        14. Stoßbegrenzer nach Anspruch 10, weiterhin umfassend ein Distanzelement zum Verringern der Wärmeübertragung von dem Transportbehälter zu dem Schaumstoff (74).

10       15. Stoßbegrenzer nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Scheranschlag (52), um einer Kraft entgegenzuwirken, die auf das stoßabsorbierende Material (74) in dem Außengehäuse aufgebracht wird, und um zu verhindern, daß das stoßabsorbierende Material (74) im Inneren des Außengehäuses von dem stoßabsorbierenden Material (72) zwischen dem Innengehäuse (44) und dem Außengehäuse (42) abgeschert wird.

15

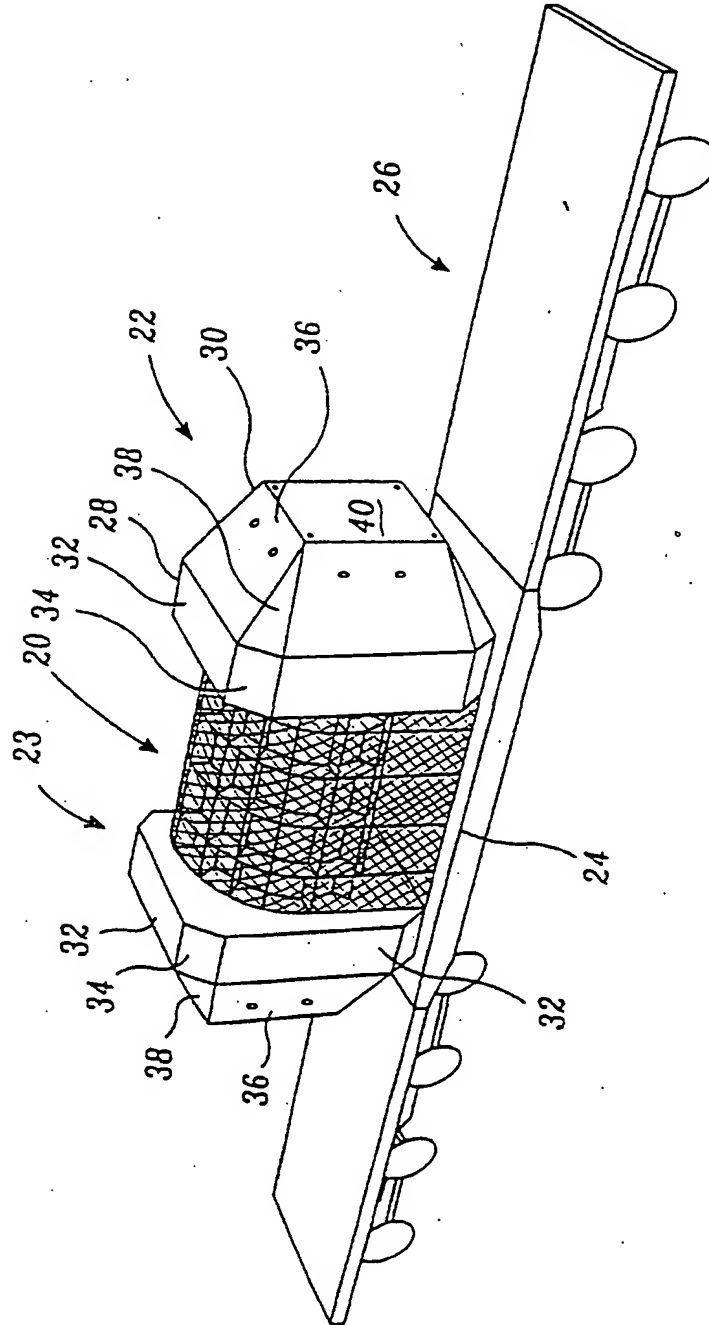


Fig. 1.

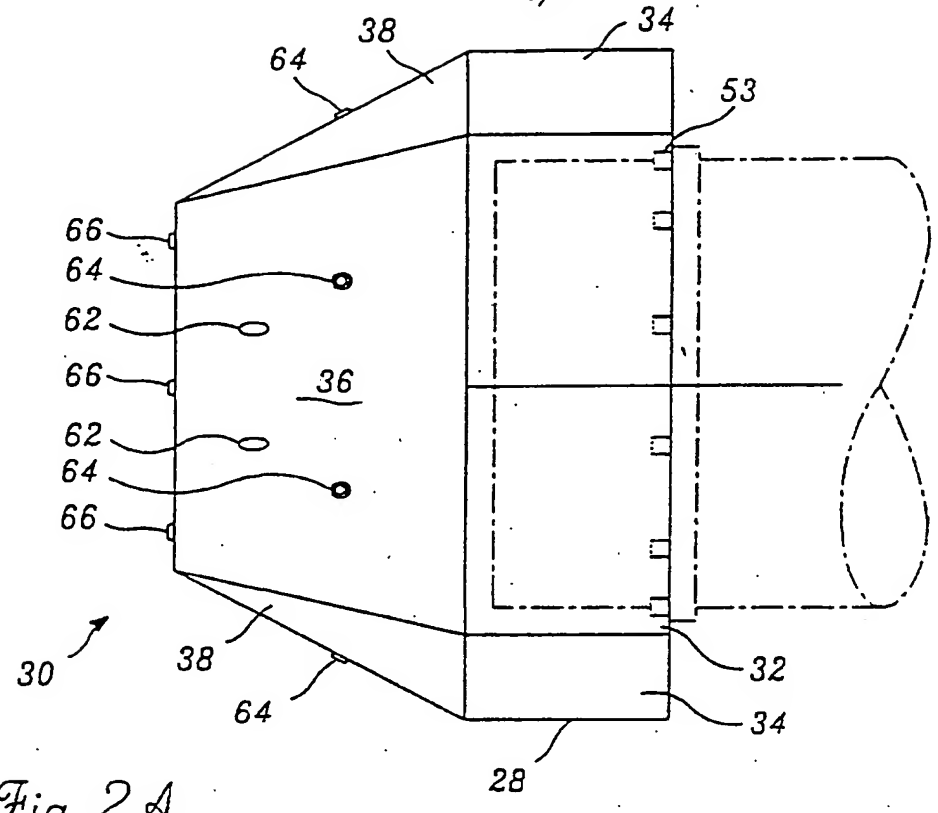


Fig. 2A.

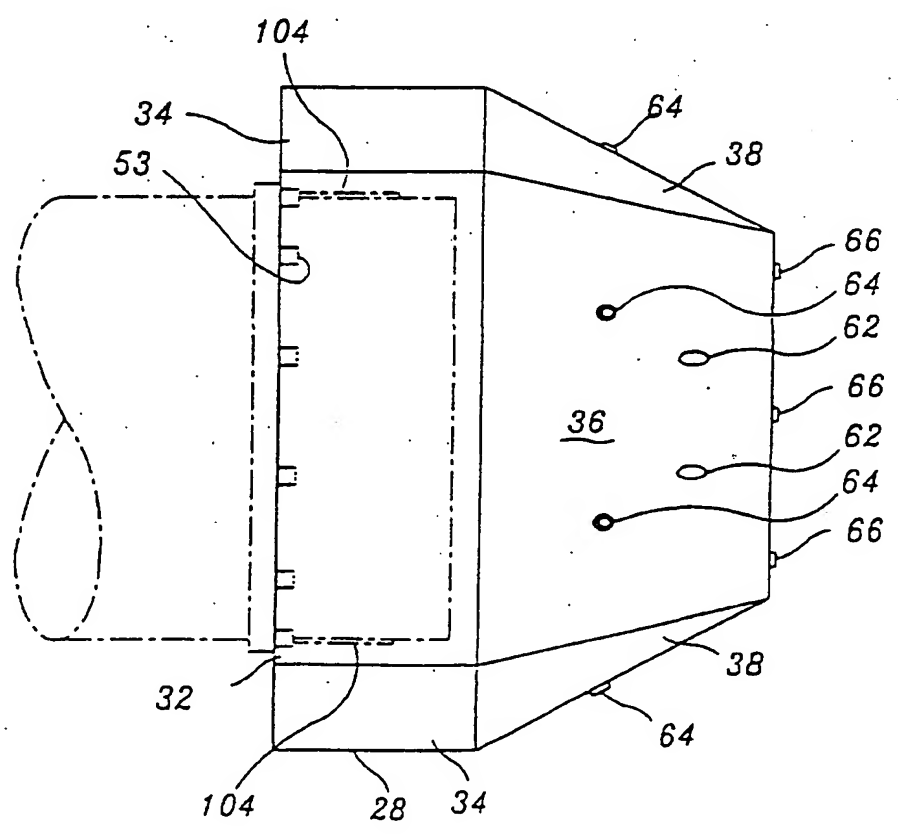


Fig. 2B.

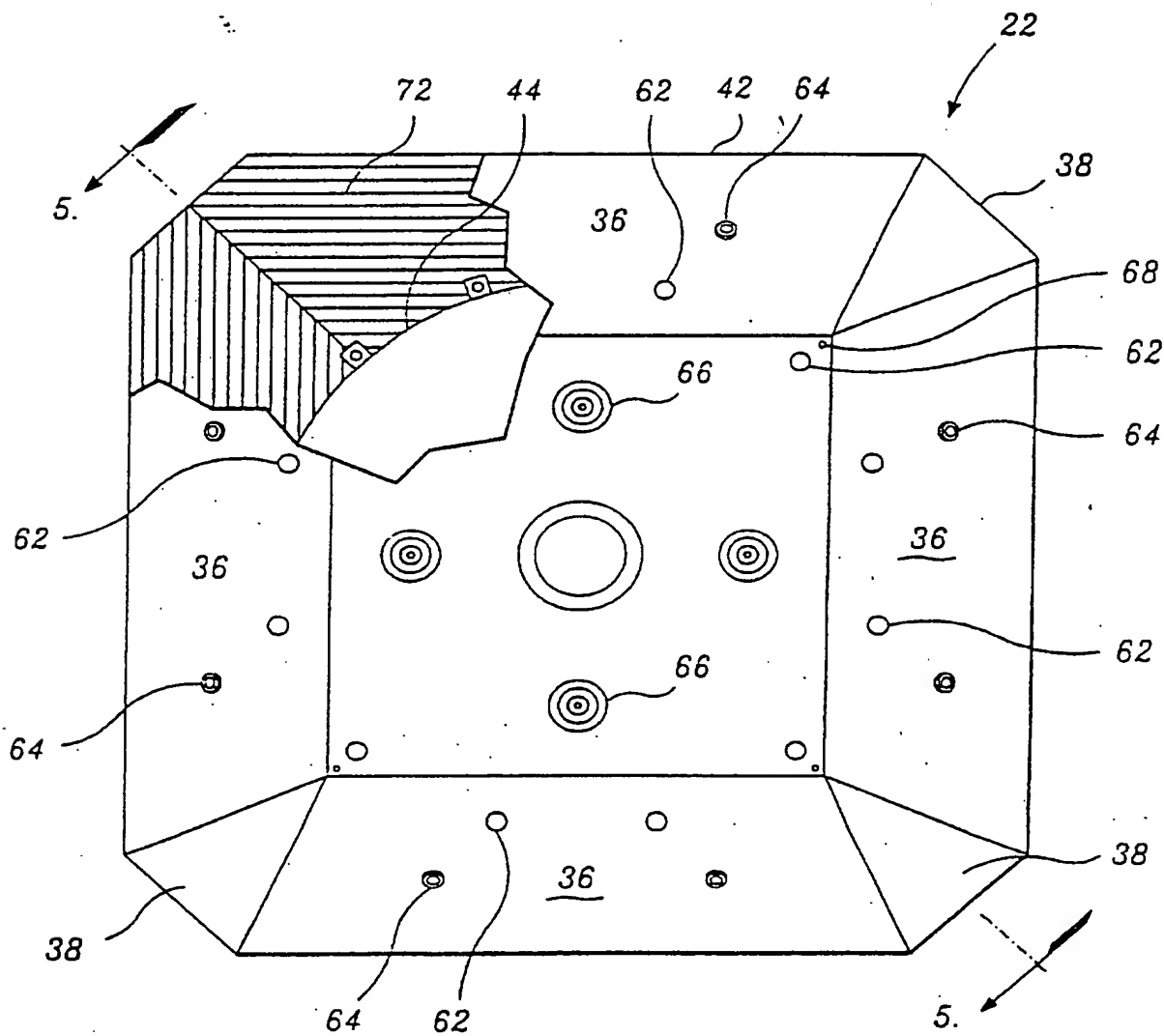


Fig. 3.

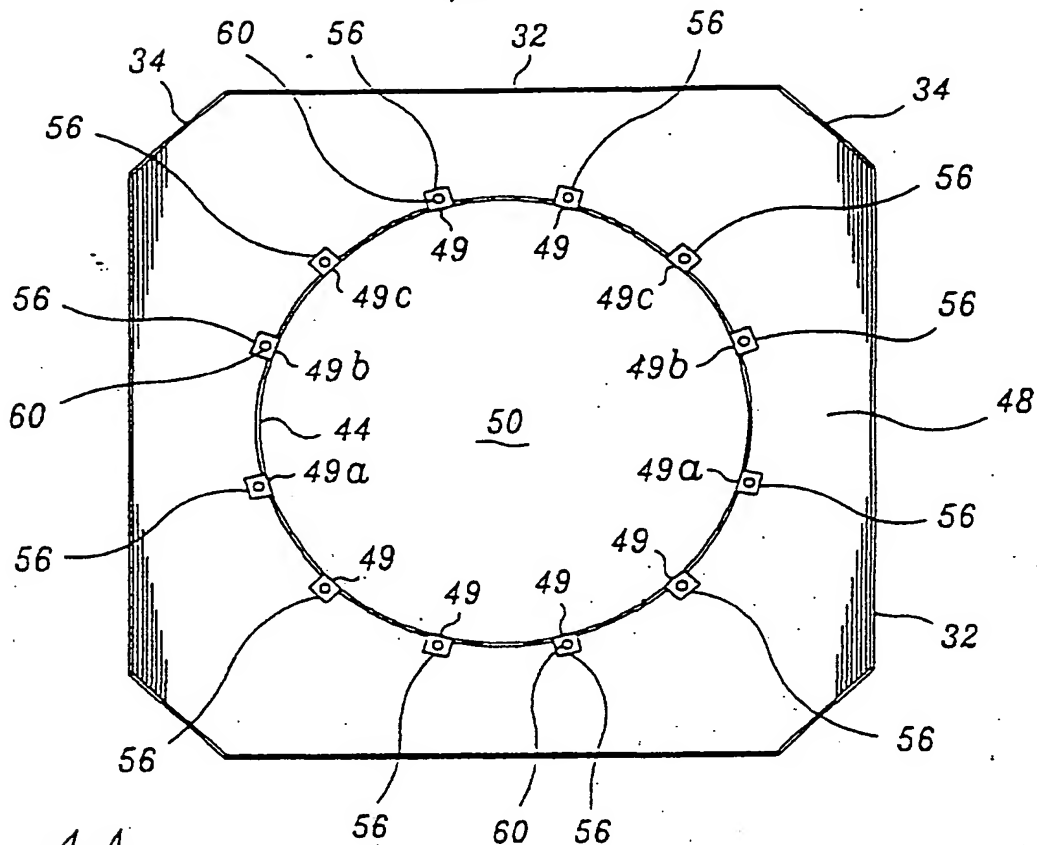


Fig. 4A.

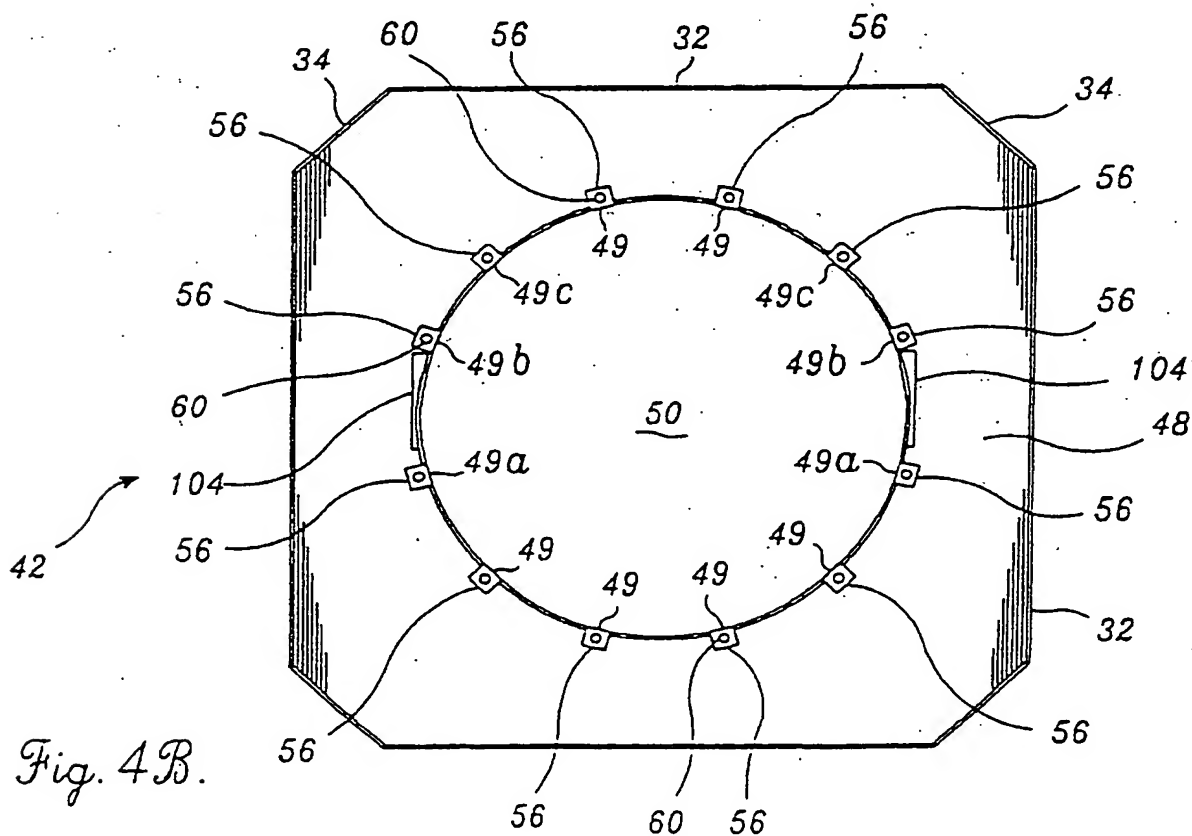


Fig. 4B.

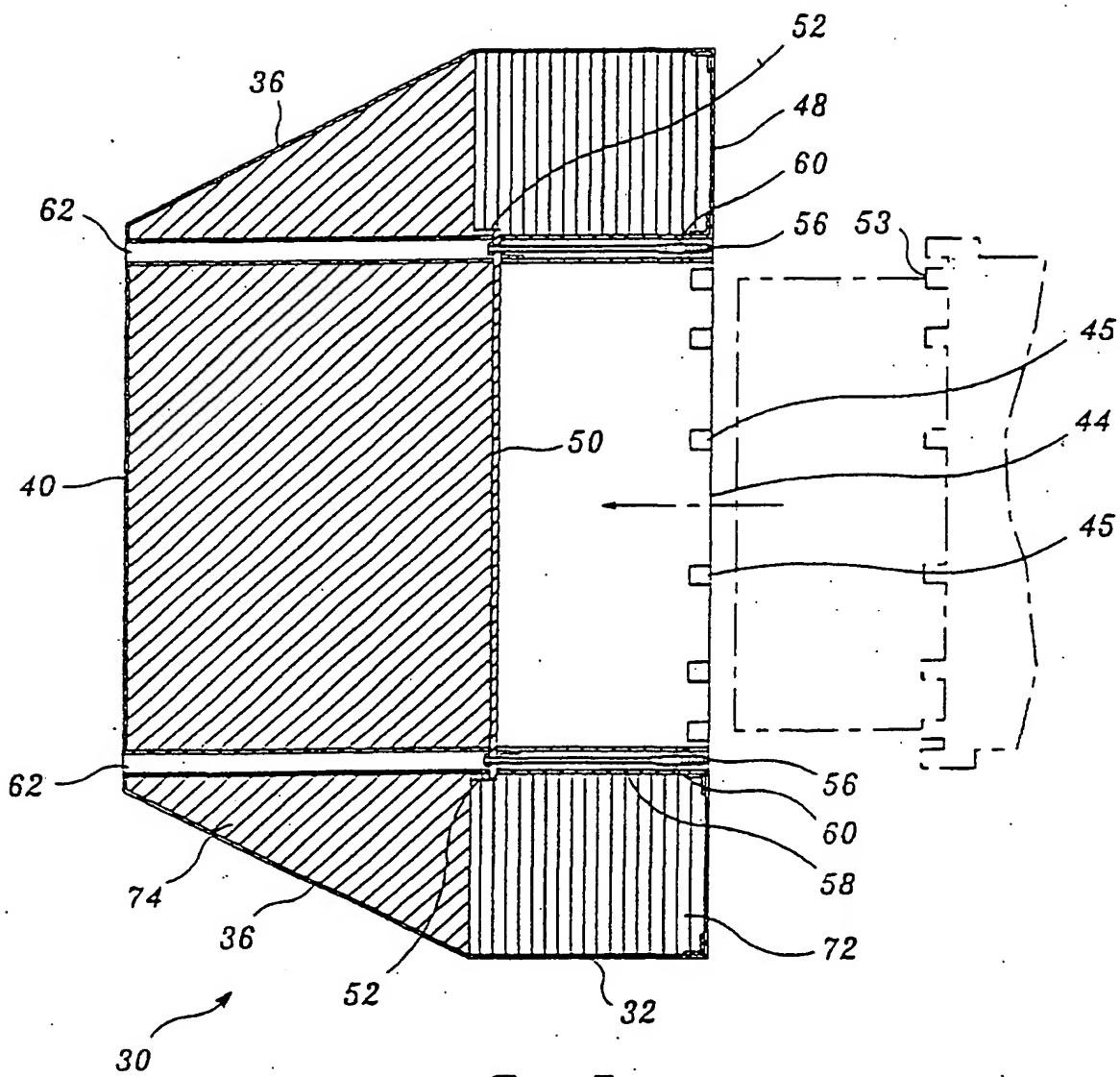


Fig. 5.

6/6

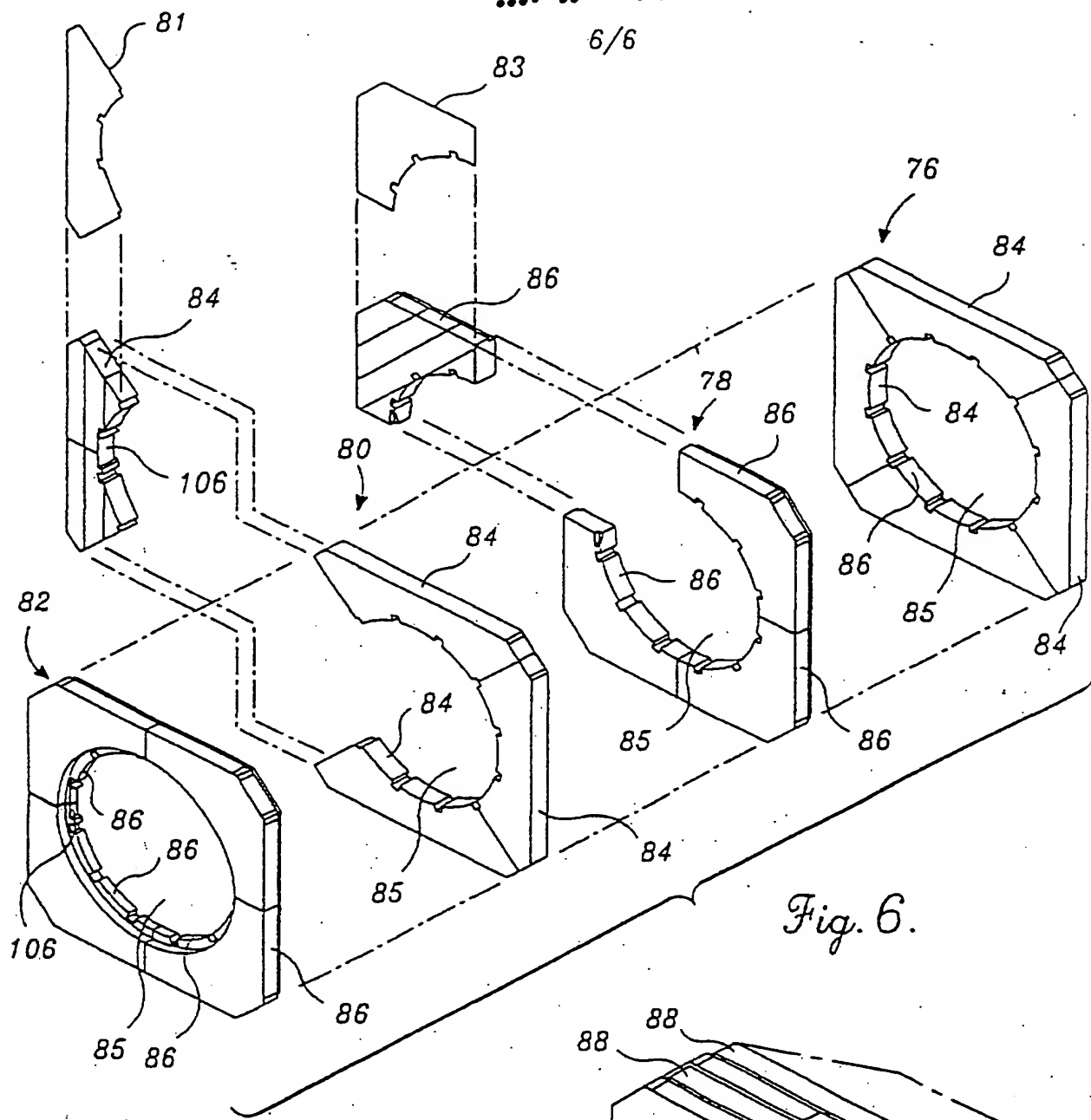


Fig. 6.

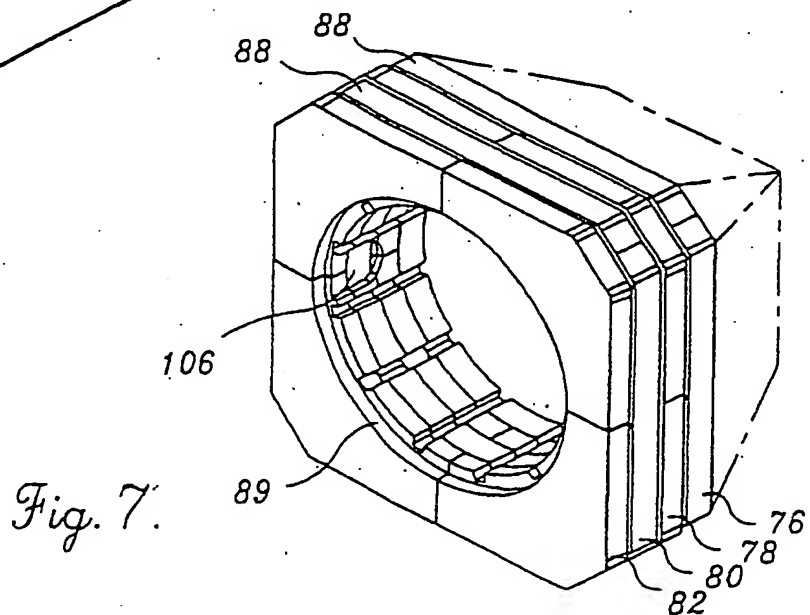


Fig. 7.